

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift
①1 DE 3604218 A1

②1 Aktenzeichen: P 36 04 218.8
②2 Anmeldetag: 11. 2. 86
④3 Offenlegungstag: 26. 2. 87

⑤1 Int. Cl. 4:
A01B 63/11

A 01 B 63/112
A 01 B 63/114
F 15 B 11/12
B 60 D 1/00
G 05 D 3/12

DE 3604218 A1

Behördeneigenthum

⑤1 // B66F 9/22,9/24

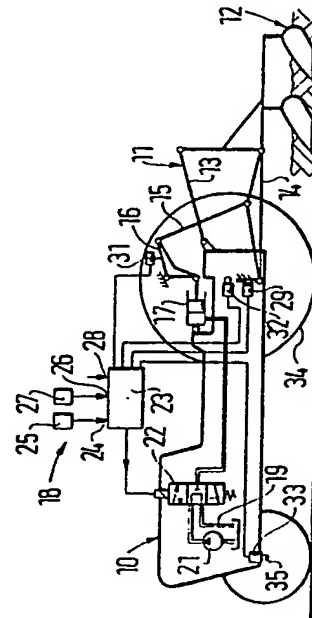
③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1
16.08.85 DE 35 29 243.1

⑦1 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:
Arnold, Winfried, 7143 Vaihingen, DE; Hesse, Horst,
Dipl.-Ing. Dr., 7000 Stuttgart, DE; Höfer,
Friedrich-Wilhelm, Dipl.-Ing. (FH), 7257 Ditzingen,
DE; Lödige, Heinrich, Dipl.-Ing., 7143 Vaihingen, DE;
Mohaupt, Hubert, 7120 Bietigheim-Bissingen, DE;
Schumacher, Werner, Dipl.-Ing., 7144 Asperg, DE

⑤4 Elektrohydraulische Einrichtung zum Regeln eines Hubwerks an einem landwirtschaftlichen Arbeitsfahrzeug

Es wird eine Einrichtung (18) zur kombinierten Lage-Zugkraft-Schlupfregelung für einen Schlepper (10) mit angelegtem Pflug (12) vorgeschlagen, bei welchem dem Istwert der Zugkraft (F) das schlupfabhängige Signal aufgeschaltet und erst danach einer Mischvorrichtung (37), an der ein Lageistwert anliegt, zugeführt wird. Bei einem einzigen Sollwertgeber (25) läßt sich dadurch bei Lageregelung der Schlupfeinfluß ausblenden. Durch Schlupfauswertung bedingte Schwingungen der Regeleinrichtung (18) lassen sich durch Lagezumischung dämpfen. Die Verarbeitung der Differenzgeschwindigkeit als schlupfabhängiges Signal bewirkt bei kleinen Geschwindigkeiten des Schleppers (10) ein günstigeres Arbeiten des Pfluges (12).



DE 3604218 A1

36 04 218

1

Patentansprüche

1. Elektrohydraulische Einrichtung zum Regeln eines Hubwerks an einem landwirtschaftlichen Arbeitsfahrzeug, insbesondere eines Pfluges an einem Traktor, mit einem Regelkreis zum Beeinflussen der Lage des Hubwerks, wozu im Regelkreis wenigstens ein Lagesensor, ein Kraftsensor sowie ein Sollwertgeber angeordnet sind, von deren Signalen abhängig über eine insbesondere elektrische Einrichtung und eine hydraulische Ventileinrichtung ein das Hubwerk betätigender hydraulischer Motor gesteuert wird, wobei diesen Signalen an einem Summenpunkt von einem zusätzlichen Sensor vom Schlupf der angetriebenen Räder abhängige Signale zugeführt werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß am Summenpunkt (42) die schlupfabhängigen Signale (Δ_v) dem Istwertsignal (F) des Kraftsensors (29) aufgeschaltet werden und dessen Ausgangssignal einem Eingang (39) einer Mischvorrichtung (37) eingegeben wird, die an ihrem anderen Eingang (38) mit dem Istwertsignal (I) des Lagesensors (31) beaufschlagt wird und daß das Ausgangssignal (45) der Mischvorrichtung (37) einem Summenpunkt (46) zugeführt wird, an dem das Signal des Sollwertgebers (25) anliegt um die Regelabweichung (47) des Regelkreises (18) zu bilden.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als schlupfabhängige Signale die Differenzgeschwindigkeit (Δ_v) zwischen der Antriebsgeschwindigkeit (v_a) eines angetriebenen Rades (34) und der Geschwindigkeit (v_{ist}) des Arbeitsfahrzeugs (10) relativ zum Boden ermittelt werden.
3. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtungen (23, 29, 31, 32, 37) zur Ermittlung und Verarbeitung der drei Regelgrößen (I , F , Δ_v) als elektronische Systeme ausgebildet sind.
4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß an der Mischvorrichtung (37) das Verhältnis der zu verarbeitenden Eingangssignale beliebig verstellbar ist, insbesondere mit Hilfe eines Stellers (27).
5. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß für die Bildung der Regelabweichung aus den Signalen der Regelgrößen Lage (I), Kraft (F) und schlupfabhängiges Signal (Δ_v) die Regeleinrichtung (18) einen einzigen Sollwertgeber (25) aufweist.
6. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß in den überlagerten Regelkreis für das schlupfabhängige Signal (Δ_v) vor dem Summenpunkt (42) für die Aufschaltung des Kraft-Istwertes eine Verstärker-Einrichtung (36) geschaltet ist, deren Verstärkungsfaktor insbesondere verstellbar ist.
7. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärker-Einrichtung (36) zugleich als die Rückführung des schlupfabhängigen Signals unterbrechender Schalter ausgebildet ist.
8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1, 2, 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Regeleinrichtung als vollhydraulisch arbeitende Einrichtung in bezug auf den Lage- und den Zugkraftregelkreis ausgebildet ist und daß das schlupfabhängige Signal über einen elektrohydraulischen Wandler in den hydraulischen Regelkreis eingegeben wird.
9. Einrichtung nach einem oder mehreren der An-

2

- sprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Gegenkoppelung (51) angeordnet ist, die ein von der Hubgeschwindigkeit der Anbauvorrichtung (11) abhängiges Signal dem überlagerten Regelkreis für das schlupfabhängige Signal (Δ_v) aufschaltet.
10. Einrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß als hubgeschwindigkeitsabhängiges Signal das Signal (I) des Lagesensors (31) verwendet wird und in dem Gegenkoppelungszweig (52) ein Differenzierglied (53) liegt, dessen Ausgangssignal am zweiten Summenpunkt (43) anliegt.
11. Einrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß im Gegenkoppelungszweig (61) ein Signalbildner (63) angeordnet ist, der aus den Größen Schaltzustand und Schaltdauer der Ventilstufe im Regler (62) des Hubwerks und insbesondere der Regelabweichung, das hubgeschwindigkeitsabhängige Signal bildet und dem schlupfabhängigen Regelkreis aufschaltet.
12. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß in den überlagerten Regelkreis für das schlupfabhängige Signal (Δ_v), vor dem Summenpunkt (42) für die Aufschaltung des Kraft-Istwertes, eine Differenziereinrichtung (65) geschaltet ist.

Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer elektrohydraulischen Einrichtung zum Regeln eines Hubwerks an einem landwirtschaftlichen Arbeitsfahrzeug nach der Gattung des Hauptanspruchs. Es ist schon eine solche Einrichtung aus der DE-OS 25 08 620 bekannt, bei der die Regelgrößen Lage, Zugkraft und Schlupf kombiniert verarbeitet werden, um auf diese Weise bei vielseitigen Einsatzfällen des Traktors eine elastische und geschwinde Arbeitsweise der Regeleinrichtung zu erreichen. Obwohl die Verarbeitung eines schlupfabhängigen Signals in vielen Anwendungsfällen vorteilhaft ist, hat diese Einrichtung doch den Nachteil, daß hier die Hauptregelgrößen Lage und Zugkraft nicht miteinander in einer Mischregelung verarbeitbar sind. Für beide Hauptregelgrößen wird mit Hilfe von zwei Sollwertgebern jeweils getrennt voneinander die Regelabweichung ermittelt und über einen Schalter einer nichtlinearen Einheit mit Totzone eingegeben, deren Ausgangssignal erst mit dem schlupfabhängigen Signal verknüpft wird. Bei dieser Einrichtung können somit auch die Regelgrößen Lage und Schlupf miteinander kombiniert werden, was in den meisten Anwendungsfällen unerwünscht ist. Anstelle der Mischregelung erlaubt der Schalter lediglich eine Umschaltung zwischen den beiden Hauptregelgrößen Lage und Zugkraft. Außerdem ist in manchen Fällen die unmittelbare Verarbeitung der Regelgröße Schlupf unvorteilhaft. Bei der bekannten Regeleinrichtung wird ferner der Schlupfeinfluß über ein nichtlineares Glied der Regelung zugeführt und unterliegt so einer Begrenzung, so daß der Schlupfeinfluß nur in einem gewissen Bereich wirkt.

Auch ist sein Einfluß auf den Regelkreis konstant, wenn der zugehörige Schalter geschlossen ist.

Ferner ist bereits eine elektrohydraulische Regeleinrichtung bei einem Traktor mit angelenktem Pflug bekannt, bei der das Zugkraftregelsystem durch eine

36 04 218

3

Schlupfrückführung ergänzt wird. Bei dieser Einrichtung wird aus einem Sollwert und einem Istwert des Schlupfes ein Differenzsignal als Schlupf-Regelabweichung gebildet. Diese Schlupf-Regelabweichung wird dem Sollwert der Zugkraft so zugeführt, daß das resultierende Sollwertsignal der Zugkraft größer wird, wenn diese Schlupf-Regelabweichung positiv ist, und kleiner wird, wenn sie negativ ist. Erst das resultierende Sollwertsignal der Zugkraft wird mit dem Istwertsignal der Zugkraft verglichen und daraus eine resultierende Regelabweichung gewonnen, welche zur Steuerung von Heben oder Senken des Pfluges benutzt wird. Bei dieser Art der Zusammenführung der Signale für Schlupf-Regelabweichung und Sollwert der Zugkraft ergibt sich ein resultierender Sollwert der Zugkraft, der größer oder kleiner sein kann als der Sollwert der Kraft. Die nach dem Vergleich mit dem Istwert der Zugkraft sich ergebende resultierende Regelabweichung überschreitet daher den für sie vorgesehenen Bereich oder sie fällt nicht aus. Dies kann zu einer ungünstigen Arbeitsweise der Regeleinrichtung führen. Ferner kann bei dieser Verknüpfung der Regelgrößen Schlupf und Zugkraft ein hoher Anteil an Schlupfregelung nicht realisiert werden, da der Sollwert der Zugkraft stets in voller Stärke anliegt, um mit der Schlupf-Regelabweichung addiert zu werden. In einer Reihe von Fällen kann aber ein höherer Anteil an Schlupfregelung vorteilhaft sein. Von Nachteil kann ferner sein, daß auch bei Lagezumischung der Schlupfeinfluß stets in voller Größe über den Sollwert wirkt. Bei dieser Einrichtung ist somit eine echte Mischregelung kaum möglich. Die Verwendung von zwei Sollwertgebern erhöht nicht nur den Aufwand, sondern verringert auch den Bedienungskomfort.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße elektrohydraulische Einrichtung zum Regeln eines Hubwerks an einem landwirtschaftlichen Arbeitsfahrzeug mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß sie bei relativ geringem Aufwand und hohem Bedienungskomfort eine optimale Positionssteuerung des Hubwerks erlaubt. Bei dieser Verarbeitung des schlupfabhängigen Signals wird in vorteilhafter Weise erreicht, daß trotz minimaler Anzahl von Stellgliedern bzw. Sollwertgebern in Lageregelung der Schlupfeinfluß automatisch ausgeblendet wird und deshalb unwirksam ist. Wenn ferner bei ungünstigen Betriebsbedingungen Schwingungen im Regelkreis durch die Schlupfauswertung auftreten, so können diese Schwingungen durch Lagebeimischung reduziert werden, weil bei der Lagezumischung gleichzeitig auch der Schlupfeinfluß abgeschwächt wird.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen Einrichtung möglich. Besonders vorteilhaft ist eine Ausbildung gemäß Anspruch 2, wenn als schlupfabhängiges Signal die Differenzgeschwindigkeit ermittelt und in der Regeleinrichtung verarbeitet wird. Dies hat bei kleinen Geschwindigkeiten des Traktors zur Folge, daß die Regelgröße Differenzgeschwindigkeit im Verhältnis zur sonstigen Regelgröße Schlupf überbewertet wird. Dies führt vor allem bei ungünstigen Betriebsbedingungen zu einer vorteilhaften Arbeitsweise, indem z. B. beim Arbeiten des Traktors am Feldanfang ein zügigeres Einziehen des Pfluges erreicht wird, während beim Herausfahren des Traktors aus dem Feldende der Pflug länger auf

4

konstanter Tiefe bleibt, wenn der Schlepper aus der Furche herausfährt. Bei einer Ausbildung gemäß Anspruch 3 kann die Regeleinrichtung in besonders einfacher und anpassungsfähiger Weise realisiert werden. Die Ausbildung der Mischregelung wird gemäß Anspruch 4 begünstigt. Durch die Verwendung eines einzigen Sollwertgebers für verschiedene Regelgrößen gemäß Anspruch 5 läßt sich der Bedienungskomfort der Einrichtung heben und zugleich der notwendige Aufwand senken. Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen ergeben sich aus den Ansprüchen 6 bis 8.

Eine äußerst vorteilhafte Weiterbildung der Einrichtung zum Regeln des Hubwerks ergibt sich, wenn gemäß Anspruch 9 im Schlupfregelkreis ein hubgeschwindigkeitsabhängiges Signal gegengekoppelt wird; dadurch läßt sich ein weniger zum Schwingen neigender Schlupfregelkreis realisieren, für dessen Stabilität ansonsten die Verstärkung im Schlupfregelkreis maßgebend ist. Beim Festlegen der Verstärkung muß aber ein Kompromiß getroffen werden zwischen einerseits Instabilität bei zu großer Verstärkung und andererseits zu großer Proportionalabweichung bzw. Ungenauigkeit des Schlupfregelkreises bei zu kleiner Verstärkung. Durch die stabilisierende Gegenkoppelung kann nun die Verstärkung eher nach den Erfordernissen der Genauigkeit im Schlupfregelkreis festgelegt werden. Die Einrichtung zum Regeln des Hubwerks arbeitet daher gerade bei kritischen Bodenverhältnissen äußerst schwingungsarm, wobei auch die Nachteile einer Stabilisierung durch alleinige Lagezumischung vermieden werden, die nur durch Zumischen eines relativ großen Lageanteils erreichbar ist und daher die Gefahr von zu großen Tiefenänderungen bei hügeligem Gelände und die Gefahr eines Steckenbleibens des Schleppers heraufbeschwört.

Besonders einfach und zweckmäßig lassen sich Gegenkopplungen mit hubgeschwindigkeitsabhängigen Signalen nach den Ansprüchen 10 und 11 erreichen, indem ohnedies vorhandene Signale umgeformt weiterverarbeitet werden.

Eine weitere vorteilhafte Stabilisierung der Anordnung zur Regelung des Hubwerks läßt sich nach Anspruch 11 erreichen, wobei diese Maßnahme sowohl allein oder in Kombination mit dem Gegenstand des Anspruchs 9 durchführbar ist.

Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine Seitenansicht eines Schleppers mit angelegtem Pflug und mit einer erfindungsgemäßen elektrohydraulischen Einrichtung zum Regeln des Hubwerks in vereinfachter Darstellung und

Fig. 2 ein Blockschaltbild für den Schlepper mit Regeleinrichtung nach Fig. 1.

Fig. 3 und Fig. 4 zeigen Blockschaltbilder einer zweiten und dritten Regeleinrichtung mit stabilisierenden Gegenkopplungen im Schlupfregelkreis.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In der Fig. 1 ist als landwirtschaftliches Arbeitsfahrzeug ein Schlepper 10 dargestellt, an dem heckseitig über eine Anbauvorrichtung 11 als Arbeitsgerät ein Pflug 12 angelenkt ist.

Die Anbauvorrichtung 11 ist in an sich bekannter

36 04 218

5

Weise als Dreipunktgestänge mit Oberlenker 13 und Unterlenker 14 ausgebildet. Die Unterlenker 14 sind in üblicher Weise über eine Hubstange 15 und einen abgewinkelten Hubarm 16 von einem hydraulischen Kraftheber 17 betätigbar und bilden somit Teile einer elektrohydraulischen Hubwerks-Regleinrichtung 18. Der Kraftheber 17 liegt in einem hydraulischen Kreis 19 mit Pumpe 21 und elektrohydraulischem Regelventil 22.

Das Regelventil 22 wird von einem als Regler arbeitenden elektronischen Steuergerät 23 angesteuert, das auch in Mikroprozessortechnik ausgeführt sein kann. Über einen vereinfacht dargestellten, ersten Eingang 24 werden dem Steuergerät 23 die Signale eines Sollwertgebers 25 eingegeben. An einem zweiten Eingang 26 steht das Steuergerät 23 mit einem Mischsteller 27 in Verbindung, mit dessen Hilfe beliebige Anteile von Lageregelung einerseits und andererseits kombinierter Kraft-Schlupf-Regelung ausgewählt werden können. Über einen dritten Stelleingang 28 läßt sich die Verstärkung des schlupfabhängigen Signals variieren und zugleich auch ganz abschalten.

Ferner steht das Steuergerät 23 zur Istwerteingabe mit mehreren Sensoren in Wirkverbindung. Ein Zugkraft-Sensor 29 meldet dem Steuergerät 23 proportional zur Größe der Zugkräfte in den Unterlenkern 14 ausgebildete Signale. Ein Lagesensor 31 liefert von der Lage der Anbauvorrichtung 11 relativ zum Gehäuse des Schleppers 10 abhängige Signale an das Steuergerät 23. Schließlich steht das Steuergerät 23 noch mit einem ersten (32) und einem zweiten Drehzahlsensor 33 in Wirkverbindung. Der erste Drehzahlsensor 32 ist dem Hinterrad 34 zugeordnet und ermittelt somit die Antriebsgeschwindigkeit der angetriebenen Hinterachse. Der zweite Drehzahlsensor 33 ist der nicht angetriebenen Vorderachse 35 zugeordnet und ermittelt somit den Istwert der Geschwindigkeit des Schleppers 10 relativ zum Boden. Das Steuergerät 23 zieht von den in der Regel größeren Signalen des ersten Drehzahlsensors 32 die Signale des zweiten Drehzahlsensors 33 ab und bildet daraus als schlupfabhängiges Signal die Differenzgeschwindigkeit ΔV , die im Steuergerät 23 weiterverarbeitet wird.

Die Wirkungsweise der Regeleinrichtung 18 im Traktor 10 wird wie folgt erläutert, wobei auf das Blockschaltbild nach Fig. 2 Bezug genommen wird. Die grundsätzliche Arbeitsweise einer elektrohydraulischen Hubwerks-Regleinrichtung beim Pflügen mit einem Traktor 10 wird dabei als an sich bekannt vorausgesetzt. Aus Fig. 2 geht dabei näher hervor, wie die drei Regelgrößen, Lage l , Zugkraft F und schlupfabhängiges Signal in Form von Differenzgeschwindigkeit ΔV miteinander verarbeitet werden.

Für das Pflügen mit dem Traktor 10 wird von einer Bedienungsperson am dritten Stelleingang 28 eine bestimmte Verstärkung für das Differenzgeschwindigkeits-Signal ΔV vorgewählt. Wie Versuche gezeigt haben, läßt sich eine besonders günstige Arbeitsweise der Regeleinrichtung erreichen, wenn die Verstärkung in einer Größenordnung um 5 bis 10% gewählt wird. Dies schließt nicht aus, daß in besonderen Fällen der Verstärkungsfaktor mit 1 gewählt wird und bei Bedarf auch die Rückführung des Schlupfsignals dadurch ganz abgeschaltet wird, daß der Verstärkungsfaktor mit Null gewählt wird.

Ferner wählt die Bedienungsperson mit Hilfe des Mischstellers 27 an einer Mischvorrichtung 37 die Art der Regelung vor. Befindet sich der Mischsteller 27 in seiner einen Endlage, so wird in der Hubwerksreglein-

6

richtung 18 ausschließlich das Lagesignal l , welches am ersten Eingang 38 der Mischvorrichtung 37 ansteht, verarbeitet und somit eine reine Lageregelung vorgenommen. Befindet sich der Mischsteller 27 in seiner entgegengesetzten, anderen Endstellung, so wird in der Regeleinrichtung 18 ausschließlich das am zweiten Eingang 39 anstehende Istwertsignal verarbeitet, wobei entsprechend den jeweiligen Verhältnissen eine kombinierte Zugkraft-Schlupf-Regelung vorgenommen wird. Bei Stellungen des Mischstellers 27 zwischen diesen beiden Endlagen werden die Signale an den beiden Eingängen 38 und 39 in dem jeweils vorgewählten Verhältnis miteinander gemischt. Es sei nun angenommen, daß der Mischsteller 27 in einer Mittelstellung sich befindet und somit die Signale an den beiden Eingängen 38 und 39 jeweils zur Hälfte wirksam werden, also ein Mischungsverhältnis von 1 : 1 gewählt ist.

Wie aus dem Blockschaltbild nach Fig. 2 näher hervorgeht, wird die Lage des Hubwerks 11 relativ zum Schlepper 10 von dem Lagesensor 31 ermittelt, der ein entsprechendes Lage-Istwertsignal l an die Mischvorrichtung 37 weitergibt. Auf das System aus Schlepper 10 und Pflug 12 wird beim Pflügen ein Bodenwiderstand 41 ausgeübt, aus dem die Zugkraft-Sensoren 29 einen Istwert der Zugkraft F ermitteln und an einen ersten Summenpunkt 42 weitergeben. Vom Antrieb 34 an den Hinterrädern wird mit Hilfe des ersten Drehzahlsensors 32 die Antriebsgeschwindigkeit v_a abgegriffen und einem zweiten Summenpunkt 43 zugeführt. Infolge der Bodenreibung 44 bewegt sich der Schlepper 10 beim Pflügen mit einer gegenüber der Antriebsgeschwindigkeit kleineren Geschwindigkeit, die mit Hilfe des zweiten Drehzahlsensors 33 am nicht angetriebenen Vorderrad ermittelt wird und als Istwert der Geschwindigkeit v_{ist} im zweiten Summenpunkt 43 von der Antriebsgeschwindigkeit v_a subtrahiert wird. Die im zweiten Summenpunkt 43 gebildete Differenzgeschwindigkeit Δv wird über die Verstärker-Einrichtung 36 an den ersten Summenpunkt 42 weitergegeben. Im ersten Summenpunkt 42 wird die Differenzgeschwindigkeit Δv auf den Istwert der Zugkraft F aufgeschaltet, also addiert und das somit erreichte Summensignal am zweiten Eingang 39 der Mischvorrichtung 37 eingegeben. Entsprechend dem am Steller 27 vorgewählten Mischungsverhältnis von 1 : 1 bildet die Mischvorrichtung 37 aus den eingegebenen Signalen eine Regelgröße 45, welche in einem dritten Summenpunkt 46 mit dem vom Sollwertgeber 25 vorgegebenen Signal verglichen wird und daraus eine Regelabweichung 47 bildet, welche die Regeleinrichtung 18 in einer die Regelabweichung verringernden Weise beeinflußt.

Die Regeleinrichtung 18 ermöglicht durch diese Verarbeitung des schlupfabhängigen Signals auf der Istwertseite der Zugkraft bei relativ einfacher Bauweise einen hohen Bedienungskomfort. Trotz Verwendung eines einzigen Sollwertgebers 25 wird dadurch bei Lageregelung der Schlupfeinfluß automatisch ausgeblendet und deshalb unwirksam. Wenn andererseits bei ungünstigen Betriebsbedingungen Schwingungen im Regelkreis durch die Auswertung des schlupfabhängigen Signals auftreten, so können diese Schwingungen durch Lagebeimischung reduziert werden, weil bei der Lagezumischung gleichzeitig auch der Schlupfeinfluß abgeschwächt wird. Die Verarbeitung der Differenzgeschwindigkeit hat zudem den Vorteil, daß sie bei kleinen Geschwindigkeiten des Schleppers 10 stärker zur Wirkung kommt. Dies ergibt vor allem dann Vorteile, wenn am Feldanfang der Pflug schneller eingezogen wird und

36 04 218

7

wenn am Feldende beim Ausfahren des Schleppers aus der Furche der Pflug länger seine Tiefe konstant hält.

Die Fig. 3 zeigt ein Blockschaltbild einer zweiten Regeleinrichtung 50, die sich von der ersten Regeleinrichtung 18 nach Fig. 2 wie folgt unterscheidet, wobei für gleiche Bauelemente gleiche Bezugszeichen verwendet werden:

Die zweite Regeleinrichtung 50 weist zur Stabilisierung eine Gegenkoppelung 51 auf, bei der ein Gegenkoppelungsweig 52 vom Lagesensor 31 zum zweiten Summenpunkt 43 im Schlupfregelkreis führt. Hierbei wird das am Lagesensor 31 abgenommene Lagesignal I in einem Differenzierglied 53 nach der Zeit differenziert und am Summenpunkt 43 von der Differenzgeschwindigkeit Δ_v abgezogen. Es wird somit die Hub- bzw. Senkgeschwindigkeit der Anbauvorrichtung 11 gegenkoppelnd auf die Differenzgeschwindigkeit Δ_v aufgeschaltet.

Die zweite Regeleinrichtung 50 arbeitet im Prinzip ähnlich wie die erste Regeleinrichtung 18, neigt aber infolge der stabilisierenden Gegenkoppelung 51 im Schlupfregelkreis noch weniger zum Schwingen, was besonders bei kritischen Bodenverhältnissen wichtig ist. Eine Stabilisierung durch alleinige Zumischung eines relativ großen Lageanteils mit all seinen Nachteilen kann daher unterbleiben. Es können nun die Erfordernisse der Genauigkeit im Schlupfregelkreis beim Einstellen der Verstärkung besser berücksichtigt werden.

Die Fig. 4 zeigt ein Blockschaltbild einer dritten Regeleinrichtung 60, die sich von derjenigen nach Fig. 2 und 3 wie folgt unterscheidet, wobei für gleiche Bauelemente gleiche Bezugszeichen verwendet werden:

Die dritte Regeleinrichtung 60 weist wie die zweite Regeleinrichtung 50 eine Gegenkoppelung 51 auf, deren Gegenkoppelungsweig 61 aber von der Anbauvorrichtung 11 ausgeht und dort aus den Signalen des zugehörigen Reglers 62 des Hubwerks ein hubgeschwindigkeitsabhängiges Signal ermittelt. Zu diesem Zweck ist in den Gegenkoppelungsweig 61 ein Signalbildner 63 geschaltet, der aus dem Schaltzustand, der Schaltdauer und/oder der Regelabweichung der Ventilstufe im Regler 62 das hubgeschwindigkeitsabhängige Signal ermittelt. Dabei verarbeitet der Signalbildner 63 bei proportional arbeitenden Ventilen unmittelbar deren Ansteuersignal, das ein Maß für die Hub- bzw. Senkgeschwindigkeit ist. Bei schaltenden Ventilen mit zeitlicher Übergangsfunktion ist auch der zeitliche Verlauf der Hubgeschwindigkeit immer gleich, so daß der Signalbildner 63 die Hubgeschwindigkeit ausgehend vom Einschaltzeitpunkt nachbilden kann. Das Ausgangssignal des Signalbildners 63 wird im zweiten Summenpunkt 43 der Differenzgeschwindigkeit Δ_v aufgeschaltet. Mit der dritten Regeleinrichtung 60 läßt sich in entsprechender Weise wie bei der zweiten Regeleinrichtung eine Stabilisierung erreichen.

In Fig. 4 ist ferner zwischen die beiden Summenpunkte 42 und 43 eine Differenziereinrichtung 65 geschaltet, mit deren Hilfe durch Differenzierung des schlupfabhängigen Signals Δ_v ebenfalls eine Stabilisierung im Schlupfregelkreis erreichbar ist. Die Wirkung der Differenziereinrichtung 65 kann dabei für sich allein im Zusammenhang mit der ersten Regeleinrichtung 18 ausgenutzt werden, oder in Kombination mit einer Gegenkoppelung 51 verwendet werden, wie dies Fig. 4 näher zeigt. In beiden Fällen wird durch Ausnutzung eines D-Anteils im Schlupfregelkreis dessen Stabilität unterstützt.

Selbstverständlich sind bei der gezeigten Ausführung

8

rungsform Änderungen möglich, ohne vom Gedanken der Erfindung abzuweichen. Obwohl die gezeigten Regeleinrichtungen mit der Verarbeitung der Differenzgeschwindigkeit eine besonders vorteilhafte Kombination darstellen, ist es auch möglich, anstelle der Differenzgeschwindigkeit als Regelgröße den Schlupf zu nehmen. Bei allradgetriebenen Fahrzeugen kann anstelle des Drehzahlsensors 33 an der Vorderachse ein Radarsensor oder ein optischer Geschwindigkeitssensor zur Ermittlung der Istgeschwindigkeit verwendet werden. Auch ist es möglich, neben den aufgezeigten drei Regelgrößen noch zusätzliche Parameter in der Regeleinrichtung 18 zu verarbeiten. Fernerhin ist es auch denkbar, daß anstelle der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform eine Regeleinrichtung verwendet wird, bei der der Lageregelkreis und der Zugkraftregelkreis als vollhydraulisch arbeitende Einrichtung ausgebildet sind, und das schlupfabhängige Signal über einen geeigneten elektrohydraulischen Wandler in die Regeleinrichtung eingreift.

- Leerseite -

Robert Bosch GmbH, Stuttgart; Antrag vom 10. Febru	1986
"Elektrohydraulische Einrichtung zum Regeln eines	Numm
einem landwirtschaftlichen arbeitsfahrzeug"	Int. Cl.

Nummer:

Int. Cl.⁴:

Anmeldetag:

Offenlegungstag:

20 168 i.

36 04 218

A 01 B 63/11

11. F bruar 1986

26. Februar 1987

3604218

FIG. 1

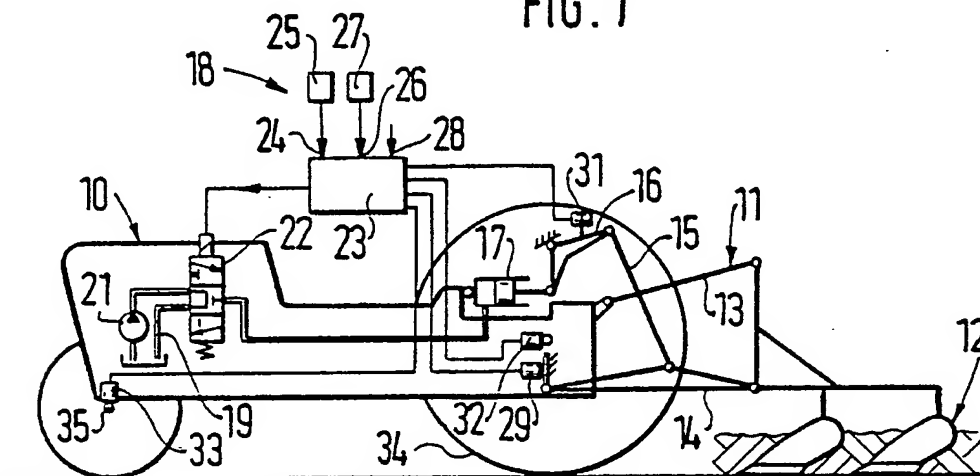
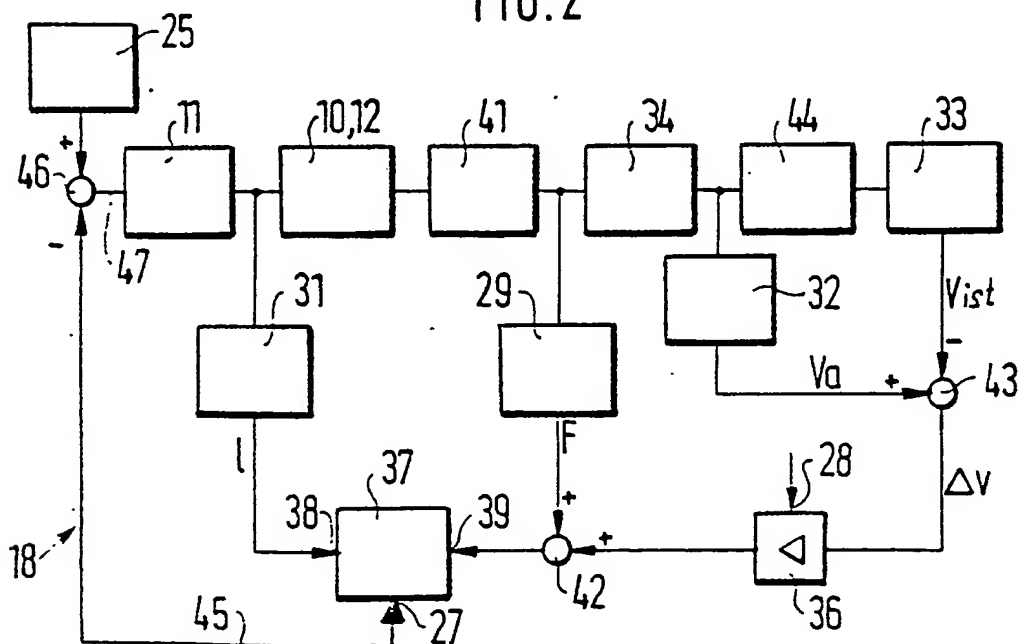


FIG. 2



Robert Bosch GmbH, Stuttgart; Antrag vom 10. Februar 1986
"Elektrohydraulisch Einrichtung zum Regeln eines Hubwerks an
einem landwirtschaftlichen arbeitsfahrzeug"

ZU 100 I.F.

3604218

FIG. 3

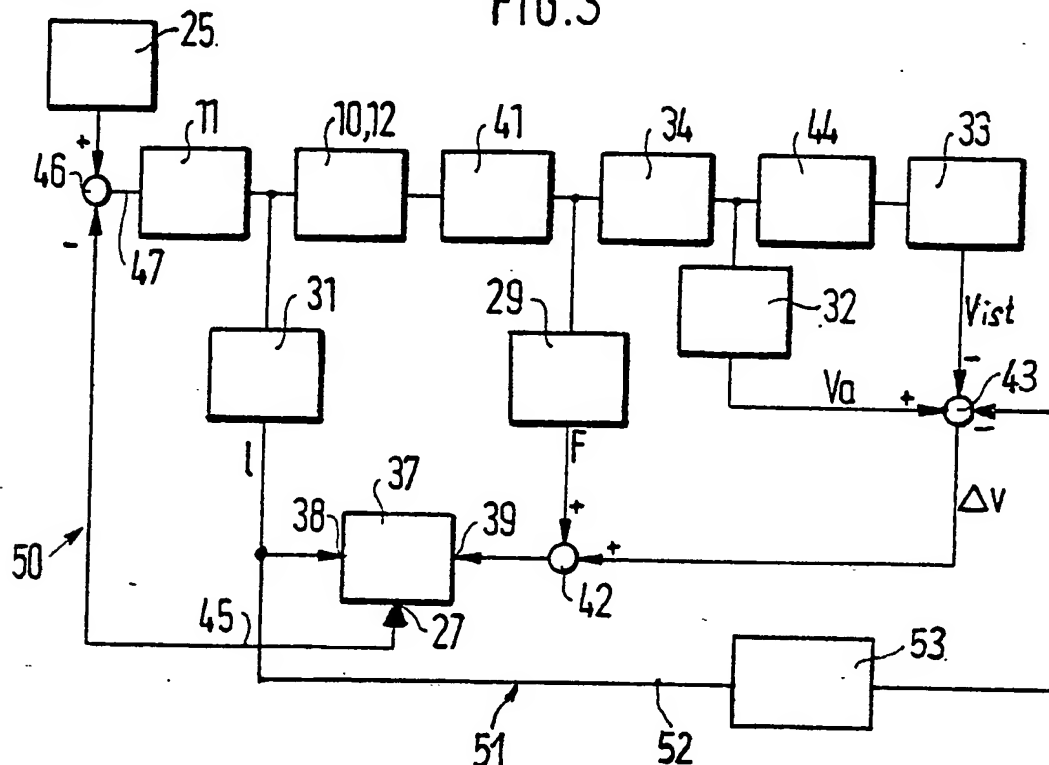
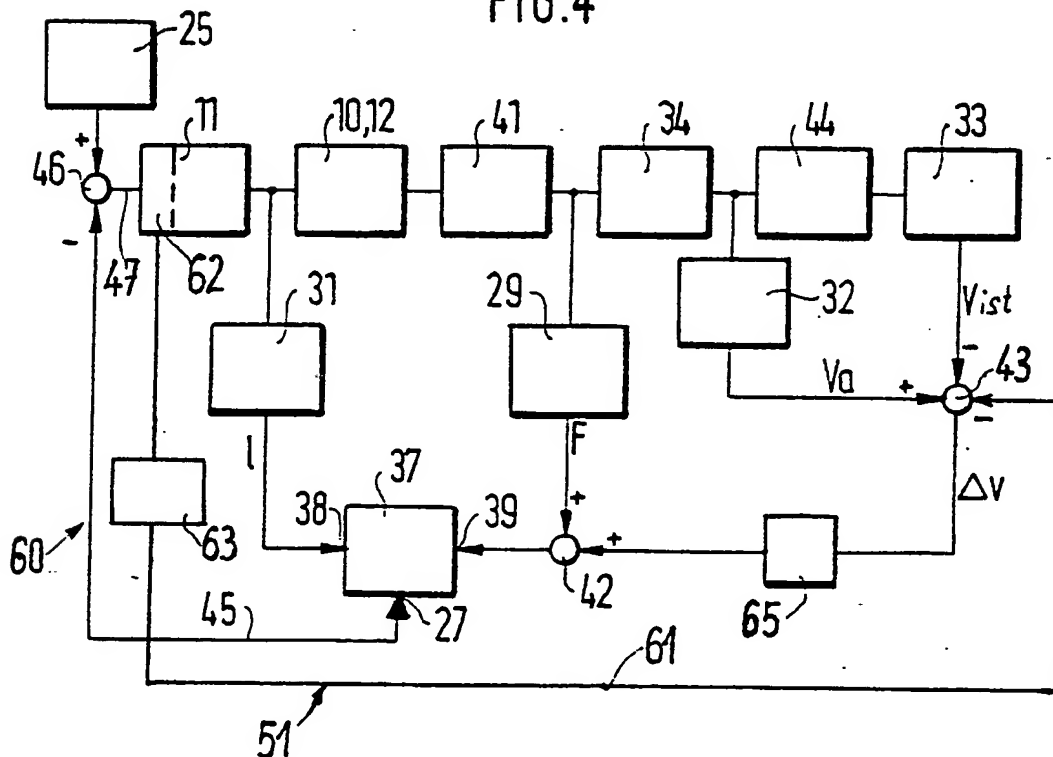


FIG.4



4.2.58